Note sur les Tourbes,

par M. B. Renault.

Les conditions admises, généralement, comme nécessaires à la formation des tourbières terrestres sont :

1° Un climat humide, plutôt froid que chaud, comportant une température moyenne de 4 à 8 degrés;

2° Un sol déclive, imperméable, permettant l'écoulement lent des eaux;

3° Une humidité constante entourant les racines des plantes qui alimentent la tourbière, ou leurs débris quand elles ont cessé de vivre.

Ces conditions sont réunies dans beaucoup de régions, dans le Centre et le Nord de l'Europe, la Hollande, le Danemark, la Suède, la Courlande, la Russie, l'Irlande, etc. En France, sur beaucoup de points au Nord, sur le Plateau central et à l'Ouest, on trouve des tourbières importantes qui sont exploitées.

La première de ces conditions qui exige une température moyenne oscillant entre 4 et 8 degrés paraît susceptible d'une certaine élasticité, car on trouve de la tourbe sur les parties basses de Madagascar, dans les Açores, et à une époque bien plus ancienne, à l'époque du Culm, où certainement la température moyenne était notablement supérieure à 8 degrés [1].

On regarde la conservation des débris végétaux des tourbières comme le résultat d'une sorte de tannage éprouvé par les différents organes en présence des acides tannique, ulmique, etc., qui se trouvent naturellement dans certaines plantes ou qui se forment pendant leur décomposition. Cette opinion peut paraître exagérée, car les principes cellulosiques possèdent une assez faible affinité pour les composés de ce genre; les principes albuminoïdes, au contraire, en montrent davantage et doivent peut-être à cette particularité leur résistance à la décomposition.

Nos recherches ont porté sur des tourbes de Septveilles, des environs de Paris; de Fragny, des environs d'Autun; de Louradou (Cantal), etc. Voici quelques particularités communes à ces différentes tourbes.

La couche superficielle, sur une épaisseur de vingt centimètres, renferme

[1] L'amas considérable de cuticules de *Bothrodendron* qui forme la couche de combustible de Tovarkowo paraît s'être produit dans une tourbière de l'âge du Culm de la Russie.

d'une part, un nombre considérable de racines appartenant aux plantes qui alimentent la tourbière et, d'autre part, les menus fragments de feuilles, rameaux, etc., de celles qui sont mortes; ces résidus forment une sorte de terreau très favorable à la végétation de la surface : on peut y reconnaître, le plus souvent, l'organisation des plantes qui les ont fournis.

A mesure que la profondeur augmente, les débris deviennent de plus en plus petits, microscopiques, la masse est noire, plastique, grasse au toucher comme l'argile, tachant les doigts; si on la comprime, elle se moule facilement; en se desséchant, elle diminue considérablement de volume et acquiert en même temps une ténacité assez grande pour qu'on en puisse faire des préparations observables au microscope, sans qu'il y ait cependant de *matière fondamentale* soudant les débris, comme cela a lieu pour les Cannels et certains Lignites.

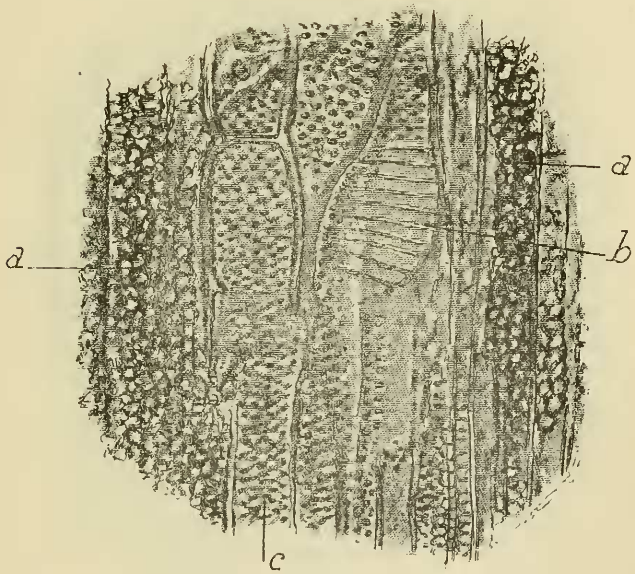

Fig. 1. — Coupe longitudinale d'une racine de Bouleau.

a, grains d'amidon. — *b*, cadre elliptique formant cloison à l'intérieur d'un vaisseau. — *c*, vaisseau portant des ornements ponctués.

Lorsqu'on la délaye dans l'eau, sans écrasement, on y reconnaît de très petits fragments de tissus divers, tels que cuticule, épiderme, endoderme, liège, quelques vaisseaux appartenant, suivant la localité, à du bois de Bouleau, d'Aulne, de Typha, etc.; des cadres elliptiques isolés provenant de la désagrégation de ces mêmes vaisseaux, des spores de Fougères, des grains de pollen divers, entre autres d'Abiétinées, des conidies de Cham-

pignons, plusieurs espèces de Diatomées, une petite quantité d'éléments minéraux siliceux apportés par les vents sous forme de poussières [1].

Ce qui frappe, c'est la ténuité de ces débris formés des éléments les plus résistants des végétaux qui, étant restés en place, n'ont eu à subir aucune trituration de la part de corps durs. La propriété que possède certaines Bactériacées de dissoudre les membranes moyennes des cellules pourrait donner l'explication de cette division.

Les gros fragments de plantes, tiges ou racines, ont résisté plus longtemps à la destruction, et l'on rencontre, par exemple, des racines de Bouleau, d'Aulne, à une assez grande distance de la surface, dans un état d'altération très avancé, il est vrai, mais ayant encore une structure reconnaissable.

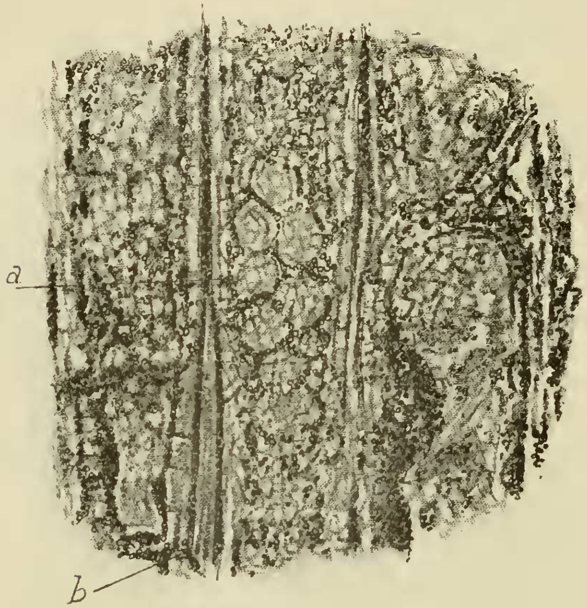

Fig. 2. — Coupe longitudinale de racine de Bouleau montrant le réseau protoplasmique granuleux.

a, maille du réseau protoplasmique. — *b*, amas de Micrococques.

Près de la surface, les fragments de racine montrent souvent, dans les rayons cellulaires et les cellules de parenchyme, de nombreux grains d'a-

[1] Cette proportion d'éléments siliceux devient très considérable dans certaines tourbières du département des Landes : les grains de sable sont mélangés d'une grande quantité de Diatomées marines.

midon polyédriques, mesurant 7 μ à 10 μ, agissant sur la lumière et noyés dans une masse protoplasmique qui les entoure comme d'un réseau.

Leur altération commence par la perte de la propriété d'agir sur la lumière polarisée, propriété qui persiste pour les parois des cellules qui les renferment. Les grains se dissolvent ensuite et il ne reste de visible que les mailles du réseau protoplasmique prenant une teinte jaune orangé et dans lesquelles on distingue les fines granulations du protoplasma, fig. 2.

Bientôt les mailles se déchirent et la substance qui les forme, ayant acquis une certaine fluidité, vient tapisser l'intérieur des cellules, ou se réunit en globules de tailles très inégales, sphériques ou ellipsoïdaux, pleins ou creusés de vacuoles plus ou moins nombreuses arrondies ou prenant une forme polyédrique quand elles se pressent mutuellement.

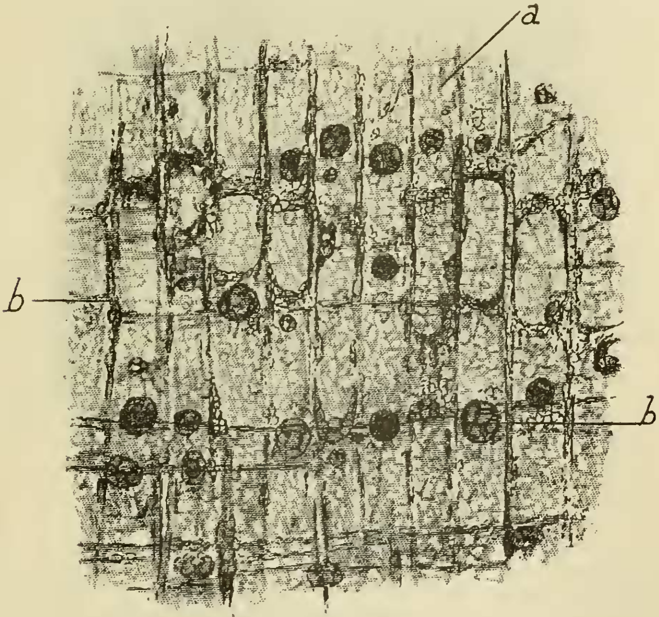

Fig. 3. — Coupe passant par un rayon cellulaire.

a, cellules dont les parois sont corrodées par les Microcoques. — *b*, *b*, différentes formes prises par le protoplasma modifié.

Cette modification colorée du protoplasma, due sans doute à une action bactérienne et à la présence de composés ulmiques, est insoluble dans l'eau, l'alcool, la benzine, etc.; elle résiste également aux liqueurs acides ou alcalines étendues; on la retrouve intacte dans les bois profondément altérés; en écrasant, par exemple, un fragment de rhizome de Typha sur le porte-

objet, simplement avec la lamelle de verre qui recouvre la préparation, on obtient une sorte de bouillie formée : 1° de granulations sphériques en grande partie bactériennes; 2° de ces corps rouge orangé qui n'ont subi aucune altération. On les retrouve à l'état de liberté dans la tourbe noire. Les Microcoques n'ont donc plus aucune action sur eux.

Le bois en décomposition est sillonné de nombreux filaments de Champignons saprophytes, colorés souvent en jaune brun, mesurant en diamètre les uns 4 μ à 5 μ, les autres seulement 1 μ 5; ces filaments sont quelquefois entourés de corpuscules variés, fig. 4, au milieu desquels on distingue de nombreux Microcoques agglutinés.

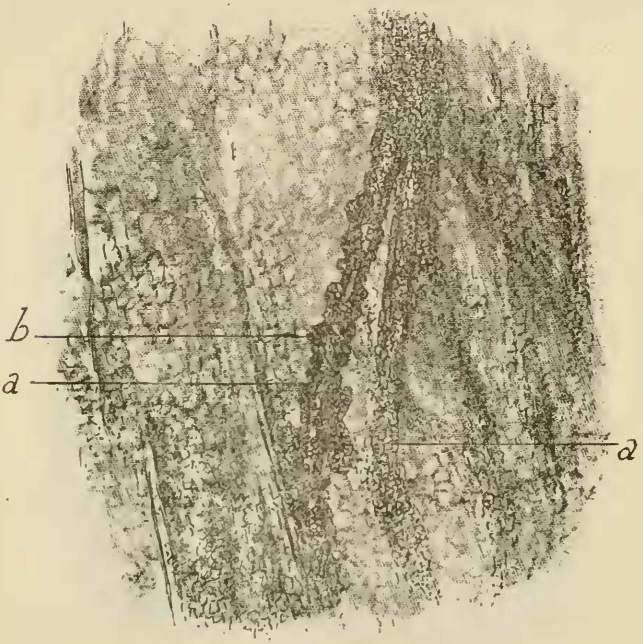

Fig. 4. — Coupe de racine de Bouleau montrant les tissus altérés.

a, filaments de Champignon
couverts de granulations et de Microcoques, *b*.

Les parois des cellules et des vaisseaux altérés n'agissent pas sur la lumière polarisée et ne se teignent plus par le chloro-iodure de zinc, mais elles portent à la face interne des traces nombreuses de Microcoques; beaucoup de ces microorganismes sont encore adhérents et mesurent 0 μ 5 à 0 μ 6; ils sont en groupes serrés, soit sur la paroi des cellules des rayons, soit sur les cadres elliptiques des vaisseaux. Nous donnons, fig. 5, en *c*, le

dessin, d'après une photographie, de l'un de ces cadres encore indemne et, fig. 6, un autre de ces organes couverts de Microcoques. Cette variété est presque toujours immobile, car les individus qui la composent perdent rapidement, après leur sortie de la tourbière, la propriété de se mouvoir. La présence de l'oxygène et de la lumière est sans doute la cause de cette paralysie. Une autre variété, que l'on rencontre surtout dans les parties moins altérées, mesure 0 μ 9 à 1 μ 2; ils sont moins sensibles que les premiers à l'action de l'air et de la lumière.

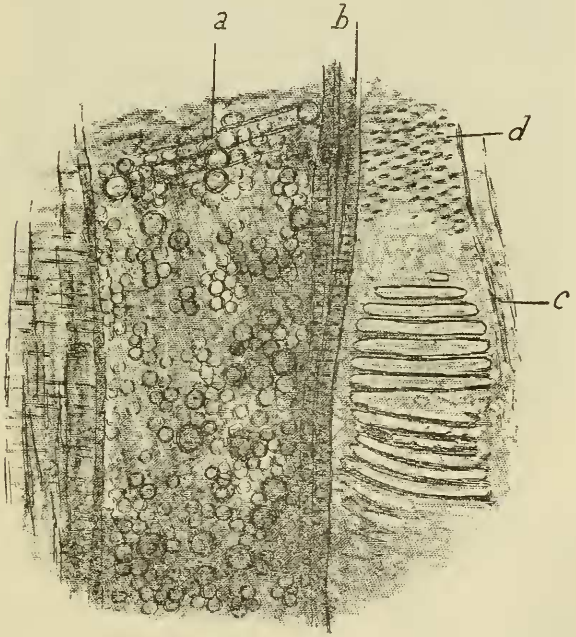

Fig. 5. — Coupe longitudinale d'une racine de Bouleau.

a, spores de Champignons saprophytes logés dans un vaisseau. — *b*, *d*, vaisseau ponctué. — *c*, cloison elliptique oblique d'un vaisseau.

Nous en conservons depuis plus de quatre mois dans l'eau de tourbière, à l'abri de l'air, sous forme de préparation observable au microscope. Ils mesurent 0 μ 8 à 0 μ 9, se meuvent dans une sorte de pulpe molle, épaisse de 1 μ environ et tapissant la face interne de la paroi. Fixés pour ainsi dire à celle-ci, leurs mouvements se réduisent à des déplacements latéraux en divers sens. Quelquefois ils apparaissent environnés d'une auréole plus claire, mais marquée d'une tache obscure, comme s'il y avait une sorte de remous provoqué par quelques cils invisibles; ils s'enfoncent par moments

dans la couche pulpeuse à une profondeur un peu supérieure à leur diamètre.

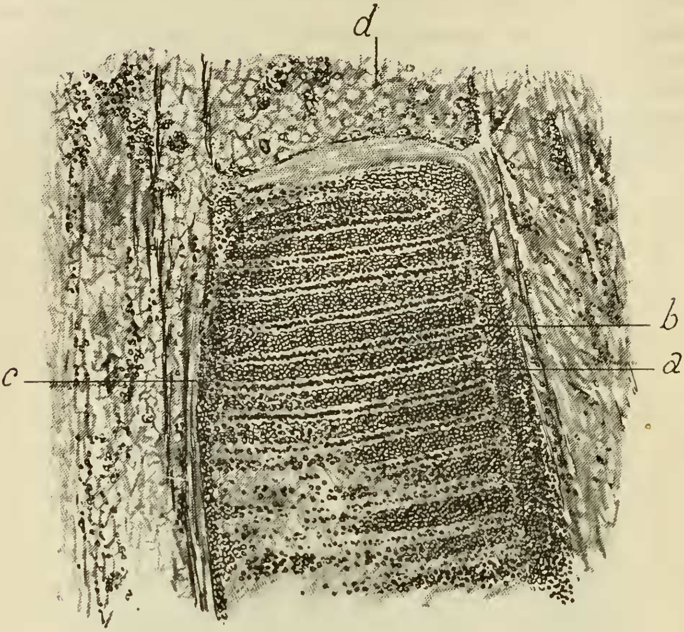

Fig. 6. — Cadre elliptique oblique d'un vaisseau.

a, *b*, microcoques couvrant les épaississements parallèles du cadre et leur intervalle. — *c*, paroi du vaisseau. — *d*, ses ponctuations profondément altérées.

Si l'on place le microscope de façon que la surface de la couche pulpeuse seule soit au point, les Microcoques ne sont plus visibles; on ne perçoit que les ondulations produites par leurs mouvements.

Nous regardons ces deux variétés de Microcoques comme les principaux agents de la transformation des végétaux en tourbe. Nous leur donnerons le nom de *Micrococcus paludis* en désignant la dernière décrite, qui paraît s'attaquer plus particulièrement aux épaississements, par la lettre grecque α, et la première que l'on rencontre surtout sur les parties plus avancées en décomposition, par la lettre β.

Conclusions. — 1° La tourbe se forme actuellement sous nos yeux; elle permet de suivre les progrès de la décomposition des plantes qui produisent ce combustible;

2° La tourbe faite, la plus profonde et la plus ancienne, de couleur

noire, est formée de débris microscopiques de végétaux variés; ces débris proviennent des tissus les plus résistants, tels que cuticules, lièges, spores, grains de pollen, cadres épaissis cloisonnant les vaisseaux, masses protoplasmiques de formes variées ayant subi une sorte de tannage, flocons d'aspect mucilagineux contenant des granulations bactériennes, etc.; les autres tissus ont en général disparu sous des influences diverses, entre autres, le travail microbien;

3° Entre les éléments de cette sorte de boue végétale, on ne remarque pas, comme cela se voit dans certains Lignites, de matière fondamentale qui les pénètre et les réunit. Cette matière, composée principalement de principes ulmiques, est enlevée à mesure qu'elle se forme et colore les eaux brunes qui s'écoulent des tourbières;

4° L'état de division des débris organiques peut être considéré comme le résultat de l'action de certains Microcoques sur les membranes moyennes des cellules, et cette remarque s'applique également à beaucoup de houilles présentant le même aspect de division;

5° Les bois trouvés dans les tourbières montrent une altération de plus en plus profonde en allant de haut en bas. Leurs tissus sont parcourus par des myceliums de Champignons saprophytes; ils contiennent, dans les cellules du parenchyme et des rayons ligneux, une modification curieuse du protoplasma qui était intercalé entre les grains d'amidon et qui est devenu presque inaltérable;

6° Les éléments ligneux en décomposition renferment au moins deux variétés de Microcoques anaérobies; l'une mesurant 0 μ 9 à 1 μ 2 peut être conservée vivante et mobile à l'intérieur de coupes montées en préparation, pendant un temps qui dépasse quatre mois; l'autre ne mesurant que 0 μ 5 à 0 μ 6 apparaît après la première et sa motilité est plus éphémère. Nous désignons ces deux variétés sous le nom de *Micrococcus paludis* var. α et var. β. Elles paraissent être les principaux agents de la formation des tourbes

---

Étude comparative des figures de corrosion des Amphiboles et des Pyroxènes,

par M. Reginald A. Daly.

(Laboratoire de M. A. Lacroix.)

Ce travail, commencé dans le laboratoire de M. Rosenbusch à l'Université de Heidelberg, a été en grande partie effectué dans le laboratoire de minéralogie du Muséum d'histoire naturelle; mes matériaux provenant des collections du Muséum, de l'Université de Heidelberg, du Musée impérial de